

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-249332

(43)Date of publication of application : 06.09.2002

(51)Int.Cl.

C03B 37/012

G02B 6/00

(21)Application number : 2001-043390

(71)Applicant : MITSUBISHI CABLE IND LTD

(22)Date of filing : 20.02.2001

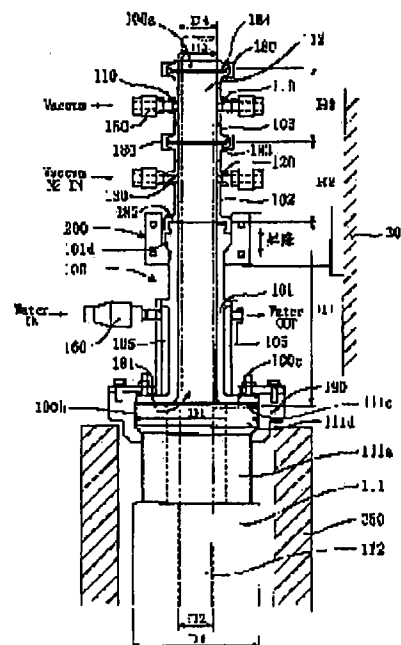
(72)Inventor : ITO HIDEAKI
KIN MASATAKA
NAGAE NOBUSADA

(54) APPARATUS FOR PRODUCING OPTICAL FIBER PREFORM AND METHOD FOR PRODUCING THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a production apparatus of an optical fiber preform capable of maintaining good airtightness in a large-sized pipe.

SOLUTION: The production apparatus for producing an optical preform is provided with a handling jig 100 fixed to the upper end of a large-sized pipe 111 used in a rod in tube method and a clamping part 200 for clamping the handling jig 100. The handling jig 100 has an interior cavity 105 into which gas or fluid is introduced. The handling jig 100 is forcibly cooled by introducing gas or fluid into the cavity 105.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-249332

(P2002-249332A)

(43) 公開日 平成14年9月6日 (2002.9.6)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
C 0 3 B 37/012		C 0 3 B 37/012	A 4 G 0 2 1
G 0 2 B 6/00	3 5 6	G 0 2 B 6/00	3 5 6 A

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2001-43390 (P2001-43390)

(22) 出願日 平成13年2月20日 (2001.2.20)

(71) 出願人 000003263

三菱電線工業株式会社

兵庫県尼崎市東向島西之町8番地

(72) 発明者 伊藤 秀明

兵庫県伊丹市池尻4丁目3番地 三菱電線
工業株式会社伊丹製作所内

(72) 発明者 金 正▲高▼

兵庫県伊丹市池尻4丁目3番地 三菱電線
工業株式会社伊丹製作所内

(74) 代理人 100077931

弁理士 前田 弘 (外7名)

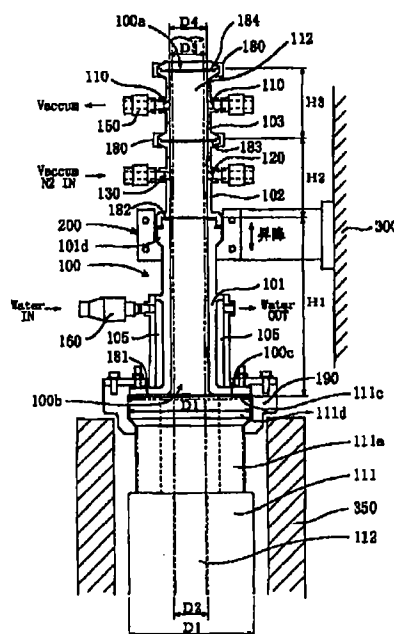
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光ファイバ母材の製造装置および光ファイバ母材の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 大型パイプ内の気密性を良好に保持することができる光ファイバ母材の製造装置を提供すること。

【解決手段】 ロッドインチューブ法で用いられる大型パイプ111の上端に取り付けられるハンドリング治具100と、ハンドリング治具100を把持する把持部200とを備えた光ファイバ母材の製造装置である。ハンドリング治具100の内部には、ガスまたは液体が導入される空洞部105が形成されており、空洞部105にガスまたは液体を導入することによって、ハンドリング治具105は強制冷却される。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ロッドインチューブ法で用いられる大型パイプの上端に取り付けられるハンドリング治具と、前記ハンドリング治具を把持する把持部とを備え、前記ハンドリング治具の内部には、ガスまたは液体が導入される空洞部が形成されており、前記空洞部に前記ガスまたは前記液体を導入することによって、前記ハンドリング治具は強制冷却される、光ファイバ母材の製造装置。

【請求項 2】 前記ハンドリング治具は、第 1 治具、第 2 治具および第 3 治具から構成されており、前記第 1 治具、第 2 治具および第 3 治具は、それぞれ、ロッドインチューブ法で用いられる一次母材が貫通する上部開口部および下部開口部を有する筒体からなり、前記第 1 治具は、当該第 1 治具を構成する筒体の内部に前記空洞部を有し、前記第 2 治具は、差動排気の主排気を行うための第 2 開口部を有し、前記第 3 治具は、差動排気の粗排気を行うための第 1 開口部を有しており、前記第 1 治具の前記下部開口部が位置する端面は、前記大型パイプの上端に接触し、前記第 2 治具の前記下部開口部が位置する端面は、前記第 1 治具の前記上部開口部が位置する端面と接触し、さらに前記第 2 治具の前記上部開口部が位置する端面は、前記第 3 治具の前記下部開口部が位置する端面と接触しており、前記大型パイプと前記一次母材との間隙は、前記第 1 開口部からの粗排気と前記第 2 開口部からの主排気との差動排気によって減圧される、請求項 1 に記載の光ファイバ母材の製造装置。

【請求項 3】 前記大型パイプは、ダミーパイプが同心連結されたダミーパイプ付の大型パイプであり、前記第 1 治具の前記下部開口部が位置する前記端面は、前記ダミーパイプの上端に接触される、請求項 2 に記載の光ファイバ母材の製造装置。

【請求項 4】 前記ダミーパイプの上端近傍の側面上には、前記ダミーパイプ部の中央部分の側面に対してテーパ角 $30^{\circ} \sim 60^{\circ}$ のテーパ部を有する被保持部が設けられており、前記第 1 治具には、前記被保持部を保持するための保持部が設けられている、請求項 3 に記載の光ファイバ母材の製造装置。

【請求項 5】 前記大型パイプの外径は約 180mm であり、前記大型パイプと前記一次母材との前記間隙は、約 2mm またはそれ以下である、請求項 1 から 4 の何れか一つに記載の光ファイバ母材の製造装置。

【請求項 6】 ロッドインチューブ法で用いられる大型パイプにダミーパイプが連結されたダミーパイプ付の大型パイプと、ロッドインチューブ法で用いられる一次母材とを用意する第 1 工程と、前記ダミーパイプ付きの大型パイプの長手方向を垂直に位置づける第 2 工程と、

ガスまたは液体が導入される空洞部が内部に形成されたハンドリング治具であって、前記大型パイプと前記一次母材との間隙を真空引きするための排気用開口部を有するハンドリング治具を、前記ダミーパイプ付の大型パイプの上端に取り付ける第 3 工程と、

前記ダミーパイプ付きの大型パイプ内に前記一次母材を挿入する第 4 工程と、

前記ハンドリング治具の前記排気用開口部から排気を行うことによって、前記大型パイプと前記一次母材との間隙を減圧する第 5 工程と、

前記ハンドリング治具の前記空洞部にガスまたは液体を導入することによって、前記ハンドリング治具を冷却する第 6 工程と、

前記第 5 工程および前記第 6 工程を行いながら、前記大型パイプおよび前記一次母材のそれぞれを下方に移動して加熱炉内に入れ、それによって前記大型パイプと前記一次母材とを一体化させる第 7 工程とを包含する、光ファイバ母材の製造方法。

【請求項 7】 前記第 1 工程において、前記ダミーパイプ付の大型パイプとして、前記ダミーパイプの上端近傍の側面上に、前記ダミーパイプの中央部分の側面に対してテーパ角 $30^{\circ} \sim 60^{\circ}$ のテーパ部を有する被保持部が設けられたダミーパイプを含むダミーパイプ付の大型パイプを用意し、そして、前記一次母材として、ダミーロッドが連結されたダミーロッド付の一次母材を用意し、

前記第 3 工程は、

前記一次母材が貫通する上部開口部および下部開口部を有する筒体からなる第 1 治具、第 2 治具および第 3 治具であって、当該筒体の内部に前記空洞部を有し、かつ、前記ダミーパイプの被保持部を保持するための保持部を有する前記第 1 治具と、差動排気の主排気を行うための第 2 開口部を有する前記第 2 治具と、差動排気の粗排気を行うための第 1 開口部を有する前記第 3 治具を用意する工程 (a) と、

前記第 1 治具の前記下部開口部が位置する端面を前記ダミーパイプの上端に接触させるとともに、前記第 1 治具の前記保持部と前記ダミーパイプの被保持部とを係合させて前記ダミーパイプ付の大型パイプを保持する工程 (b) と、

第 1 支柱に連結され且つ垂直方向に昇降可能な把持手段によって、前記第 1 治具を把持する工程 (c) と、

前記第 1 治具の上端に前記第 2 治具の下端を接触させて、前記第 1 治具の上端に前記第 2 治具を取り付ける工程 (d) と、

前記第 2 治具の上端に前記第 3 治具の下端を接触させて、前記第 2 治具の上端に前記第 3 治具を取り付ける工程 (e) とを包含し、

前記第 4 工程は、第 2 支柱に連結され且つ垂直方向に昇降可能なロッド用チャックを用いて、前記一次母材の前

記ダミーロッドの部分を持持し、次いで、当該ロッド用チャックを下方に移動することによって実行され、第5工程における前記排気用開口部から排気は、前記第1開口部からの粗排気と前記第2開口部からの主排気との差動排気によって実行される、請求項6に記載の光ファイバ母材の製造方法。

【請求項8】 前記大型パイプの外径は約180mmであり、前記一次母材のc/c値（クラッド/コア値）は3.6以上であり、そして、前記第5工程における前記大型パイプと前記一次母材との間隙は、約2mmまたはそれ以下である、請求項6または7に記載の光ファイバ母材の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、光ファイバ母材の製造装置および光ファイバ母材の製造方法に関する。特に、ロッドインチューブ法を用いて光ファイバ母材を製造するための装置、およびその製造装置を用いた光ファイバ母材の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 光ファイバ母材を製造する方法として、OVD（Outside Vapor-phase Deposition）法、VAD（Vapor-phase Axial Deposition）法、およびMCVD（Modified Chemical Vapor Deposition）法の3つが主に用いられている。VAD法やMCVD法を用いて光ファイバ母材を製造する場合、生産性を向上させる観点から、光ファイバ母材の大部分を占めるクラッドを別工程によって形成する手法が採用されている。この手法の1つにロッドインチューブ法がある（特公昭56-45867号公報、特開平1-230441号公報など参照）。

【0003】 図1を参照しながら、ロッドインチューブ法の一例を説明する。まず、VAD法やMCVD法を用いて作製したコア用ガラスロッド（コア及びクラッドの一部となる部分を含むものもある）12をクラッド用パイプ11に挿入した後、ガラスロッド12とクラッドパイプ11とを電気炉（ヒータ）13で加熱することによって両者を一体化させ、光ファイバ母材（プリフォーム）14を得る。クラッドパイプ11の内外の圧力差を利用して、ガラスロッド12とクラッドパイプ11とを一体化する場合、クラッドパイプ11の内部15を減圧する。

【0004】 次に、図2を参照しながら、上記ロッドインチューブ法を実行するために使用される従来の光ファイバ母材の製造装置1000を説明する。製造装置1000は、特開昭53-133044号公報に開示されている。

【0005】 製造装置1000は、クラッドパイプ11を持持する第1把持部材151と、ガラスロッド12を持持する第2把持部材152と、ヒータ13とを備えて

いる。第1把持部材151および第2把持部材152は、クラッドパイプ11およびガラスロッド12をそれぞれ独立した送り速度にて下方に移動させることができる。このため、クラッドパイプ11およびガラスロッド12のそれぞれの送り速度を調整することによって、規定のコア・クラッド比（C/C）を有する光ファイバ母材14を得ることができる。

【0006】 クラッドパイプ11の上部には、真空ポンプ（不図示）に接続される抜気部16がクラッドパイプ11の枝管として形成されており、クラッドパイプ11の上端の開口121には、リング状の蓋体17が設けられている。抜気部16に接続された真空ポンプを用いて、蓋体17で上面を塞いだクラッドパイプ11の内部15を減圧することができる。この状態でロッドインチューブ法を実行すると、ヒータ13によって加熱されたガラスロッド12とクラッドパイプ11とが、クラッドパイプ11の内外圧力差によって一体化され、光ファイバ母材14が得られる。その後、光ファイバ母材14は下方に移動し、線引き工程などを経て光ファイバ心線に加工される。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、従来の製造装置1000には、次のような問題がある。従来の製造装置1000において、クラッドパイプ11として大口径のものをを用いる場合、そのようなクラッドパイプ11は非常に肉厚であるため、クラッドパイプ11に枝管状の抜気部16を形成することは極めて困難である。例えば外径が約180mmまたはそれ以上のクラッドパイプ11に抜気部16を形成することは現実的ではない。

【0008】 また、クラッドパイプ11に抜気部16を形成せずに、クラッドパイプ11の上端の開口を治具を設けて塞ぐ技術が、特開2000-185928号公報や特許第3048338号公報に開示されている。しかし、これらの技術でも、大口径のクラッドパイプ11を使用する場合には、次のような問題が発生する。すなわち、大口径のクラッドパイプ11を用いて光ファイバ母材を製造する場合には、大型の電気炉13を使用するため、電気炉13から発生する熱量が非常に大きくなり、その結果、クラッドパイプ11上に設けられた治具を必要以上に加熱してしまう。治具が必要以上に加熱されると、治具の寸法に狂いが生じたりして、クラッドパイプ11内の気密性を保持できなくなってしまう。また、治具とクラッドパイプ11との軸ずれも生じる。さらに、治具とクラッドパイプ11との間にシール材が設けられている場合には、そのシール材がシーリング機能を発揮しなくなってしまう、クラッドパイプ11内の気密性を保持できなくなることもある。

【0009】 本発明は斯かる諸点に鑑みてなされたものであり、その主な目的は、大型パイプ内の気密性を良好

に保持することができる光ファイバ母材の製造装置、およびその製造装置を用いた光ファイバ母材の製造方法を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明による光ファイバ母材の製造装置は、ロッドインチューブ法で用いられる大型パイプの上端に取り付けられるハンドリング治具と、前記ハンドリング治具を把持する把持部とを備え、前記ハンドリング治具の内部には、ガスまたは液体が導入される空洞部が形成されており、前記空洞部に前記ガスまたは前記液体を導入することによって、前記ハンドリング治具は強制冷却される。

【0011】ある実施形態において、前記ハンドリング治具は、第1治具、第2治具および第3治具から構成されており、前記第1治具、第2治具および第3治具は、それぞれ、ロッドインチューブ法で用いられる一次母材が貫通する上部開口部および下部開口部を有する筒体からなり、前記第1治具は、当該第1治具を構成する筒体の内部に前記空洞部を有し、前記第2治具は、差動排気の主排気を行うための第2開口部を有し、前記第3治具は、差動排気の粗排気を行うための第1開口部を有しており、前記第1治具の前記下部開口部が位置する端面は、前記大型パイプの上端に接触し、前記第2治具の前記下部開口部が位置する端面は、前記第1治具の前記上部開口部が位置する端面と接触し、さらに前記第2治具の前記上部開口部が位置する端面は、前記第3治具の前記下部開口部が位置する端面と接触しており、前記大型パイプと前記一次母材との間隙は、前記第1開口部からの粗排気と前記第2開口部からの主排気との差動排気によって減圧される。

【0012】ある実施形態において、前記大型パイプは、ダミーパイプが同心連結されたダミーパイプ付の大型パイプであり、前記第1治具の前記下部開口部が位置する前記端面は、前記ダミーパイプの上端に接触される。

【0013】ある実施形態において、前記ダミーパイプの上端近傍の側面上には、前記ダミーパイプ部の中央部分の側面に対してテーパ角 $30^{\circ} \sim 60^{\circ}$ のテーパ部を有する被保持部が設けられており、前記第1治具には、前記被保持部を保持するための保持部が設けられている。

【0014】ある実施形態において、前記大型パイプの外径は約180mmであり、前記大型パイプと前記一次母材との前記間隙は、約2mmまたはそれ以下である。

【0015】本発明による光ファイバ母材の製造方法は、ロッドインチューブ法で用いられる大型パイプにダミーパイプが連結されたダミーパイプ付の大型パイプと、ロッドインチューブ法で用いられる一次母材とを用意する第1工程と、前記ダミーパイプ付きの大型パイプの長手方向を垂直に位置づける第2工程と、ガスまたは

液体が導入される空洞部が内部に形成されたハンドリング治具であって、前記大型パイプと前記一次母材との間隙を真空引きするための排気用開口部を有するハンドリング治具を、前記ダミーパイプ付の大型パイプの上端に取り付ける第3工程と、前記ダミーパイプ付きの大型パイプ内に前記一次母材を挿入する第4工程と、前記ハンドリング治具の前記排気用開口部から排気を行うことによって、前記大型パイプと前記一次母材との間隙を減圧する第5工程と、前記ハンドリング治具の前記空洞部にガスまたは液体を導入することによって、前記ハンドリング治具を冷却する第6工程と、前記第5工程および前記第6工程を行いながら、前記大型パイプおよび前記一次母材のそれぞれを下方に移動して加熱炉内に入れ、それによって前記大型パイプと前記一次母材とを一体化させる第7工程とを包含する。

【0016】ある実施形態では、前記第1工程において、前記ダミーパイプ付の大型パイプとして、前記ダミーパイプの上端近傍の側面上に、前記ダミーパイプの中央部分の側面に対してテーパ角 $30^{\circ} \sim 60^{\circ}$ のテーパ部を有する被保持部が設けられたダミーパイプを含むダミーパイプ付の大型パイプを用意し、そして、前記一次母材として、ダミーロッドが連結されたダミーロッド付の一次母材を用意し、前記第3工程は、前記一次母材が貫通する上部開口部および下部開口部を有する筒体からなる第1治具、第2治具および第3治具であって、当該筒体の内部に前記空洞部を有し、かつ、前記ダミーパイプの被保持部を保持するための保持部を有する前記第1治具と、差動排気の主排気を行うための第2開口部を有する前記第2治具と、差動排気の粗排気を行うための第1開口部を有する前記第3治具を用意する工程(a)と、前記第1治具の前記下部開口部が位置する端面を前記ダミーパイプの上端に接触させるとともに、前記第1治具の前記保持部と前記ダミーパイプの被保持部とを係合させて前記ダミーパイプ付の大型パイプを保持する工程(b)と、第1支柱に連結され且つ垂直方向に昇降可能な把持手段によって、前記第1治具を把持する工程(c)と、前記第1治具の上端に前記第2治具の下端を接触させて、前記第1治具の上端に前記第2治具を取り付ける工程(d)と、前記第2治具の上端に前記第3治具の下端を接触させて、前記第2治具の上端に前記第3治具を取り付ける工程(e)とを包含し、前記第4工程は、第2支柱に連結され且つ垂直方向に昇降可能なロッド用チャックを用いて、前記一次母材の前記ダミーロッドの部分把持し、次いで、当該ロッド用チャックを下方に移動することによって実行され、第5工程における前記排気用開口部から排気は、前記第1開口部からの粗排気と前記第2開口部からの主排気との差動排気によって実行される。

【0017】前記大型パイプの外径は約180mmであり、前記一次母材の c/c 値(クラッド/コア値)は

3. 6以上であり、そして、前記第5工程における前記大型パイプと前記一次母材との間隙は、約2mmまたはそれ以下である。

【0018】

【発明の実施の形態】図3を参照しながら、本発明による実施形態にかかる光ファイバ母材の製造装置を説明する。なお、本発明は以下の実施形態に限定されない。

【0019】図3は、本実施形態の製造装置の断面構成を模式的に示している。図3に示した製造装置は、ロッドインチューブ法で用いられる大型パイプ111の上端に取り付けられるハンドリング治具100と、ハンドリング治具100を把持する把持部200とを備えている。把持部200は、治具100を把持した状態で昇降可能な構成を有しており、タワーフレーム300に連結されている。ハンドリング治具100の一部(101)の内部には、ガスまたは液体が導入される空洞部105が形成されている。空洞部105にガスまたは液体(例えば、水)を導入することによって、ハンドリング治具100を強制冷却することができる。

【0020】本実施形態における大型パイプ111は、大型パイプ111の上部にダミーパイプ111aが同心連結されたものである。すなわち、ダミーパイプ111a付きの大型パイプ111を用いている。ダミーパイプ111aは、大型パイプ111の長さを延長する延長パイプとしての役割を有し、ダミーパイプ111aを設けることによって、大型パイプ111の末端付近まで、ロッドインチューブ法における光ファイバ母材の材料として大型パイプ111を使用することが可能となる。本実施形態では、大型パイプ111に含まれるダミーパイプ111aの上端111cを治具100の端面100cに接触させるようにしている。

【0021】大型パイプ111は、例えば、OVD法などによって作製されたガラスパイプであり、一方、一次母材112は、例えば、コア用ガラスロッド、またはコア及びクラッド用ガラスロッドである。一次母材112として、例えばVAD法でガラス微粒子を堆積させたガラス微粒子堆積体を焼結した後に延伸することによって得たガラスロッドや、MCVD法を用いてクラッドパイプ内面にコアガラスを形成することによって中実化したガラスロッドを用いることができる。また、本実施形態で使用した大型パイプの外径D1は180mmであり、内径D2は49mmである。一方、円柱状の一次母材112の外径D3は45mmであり、一次母材112と大型パイプ111との間のすき間(間隙)は2mmとなっている。なお、ダミーパイプ111a上部の外径D1も、大型パイプの外径D1と同じく180mmである。

【0022】以下、ハンドリング治具100の構造を詳細に説明する。

【0023】本実施形態におけるハンドリング治具100は、3つの部分が積み重ねられた構造を有しており、

第1治具101、第2治具102および第3治具103から構成されている。第1治具101、第2治具102および第3治具103は、それぞれ、一次母材112が貫通する上部開口部および下部開口部を有する筒体からなり、ステンレス(例えばSUS316)から形成されている。また、筒体の内径D4は、一次母材112の外径D3(45mm)よりも10mm大きい、55mmである。なお、本実施形態では、ハンドリング治具100を3つの部分から構成したが、第1治具101と第2治具102とを一体にして、2つの部分から治具100を構成してもよい。

【0024】第1治具101は、筒体の内部に空洞部105を有しており、空洞部105の一部は、ホースジョイント部160につながっている。ホースジョイント部160に導入されたガスまたは液体が空洞部105に供給されることによって、第1治具101を強制冷却することができる。本実施形態では、冷却媒体として水を使用し、第101治具を水冷するようにしている。外径D1が180mmの超大型タイプの大型パイプ111を使用する場合、ロッドインチューブ法にて使用する炉も大型となり、その炉の熱によって第1治具101が過度に加熱されてしまうことがあるが、本実施形態では、水冷可能な第1治具101を最も大型パイプ111寄りに設けて、ハンドリング治具100のうち最も加熱される部分を水冷して、過度の加熱からハンドリング治具100を保護し、大型パイプ111内の気密性が劣化しないようにしている。

【0025】本実施形態において、第1治具101の下部開口部100bが位置する端面100cは、大型パイプ111(ダミーパイプ111a)の上端111cに接触している。第1治具110には、大型パイプ111を保持するための保持部190が設けられており、保持部190によりダミーパイプ111aの被保持部111dを係合することによって、ハンドリング治具100と大型パイプ111とを互いに固定している。ダミーパイプ111aの被保持部111dは、ダミーパイプ111aの上端近傍の側面に設けられており、保持部190による固定を良好にするために、被保持部111dには、ダミーパイプ111の中央部分の側面に対してテーパ角30°~60°のテーパ部が形成されている。すなわち、このテーパ部によって保持部190が被保持部111dを係合することが容易となる。

【0026】第1治具101には、把持部200によって把持される被把持部101dが設けられており、把持部200が第1治具101の被把持部101dを把持することによって、ハンドリング治具100および大型パイプ101は、把持部200を介してタワーフレーム300に連結されている。また、第1治具101は、大型パイプ111への一次母材112の芯出し(軸出し)を良好にする役割も担っている。

【0027】なお、図3には示していないが、一次母材112も、把持部200と独立して昇降可能な把持部（不図示）によって把持されている。このような構成の場合、大型パイプ111と一次母材112とをそれぞれ独立した送り速度で移動させることが可能となる。それゆえ、大型パイプ111と一次母材112とのそれぞれの送り速度を適宜調整することができ、所望のコア／クラッド比（C/C）を有する光ファイバ母材を容易に得ることができる。なお、一次母材（VADロッド）112として、ダミーロッド（延長ロッド）を同心連結させた一次母材を用いてもよく、ダミーロッド部分をロッド用チャックによって把持するようにしてもよい。

【0028】第2治具102は、第1治具101と第3治具103の間に設けられており、第2治具102の下部開口部が位置する端面は、第1治具101の上部開口部が位置する端面と接触している。さらに、第2治具103の上部開口部が位置する端面は、第3治具103の下部開口部が位置する端面と接触している。

【0029】第3治具103は、第2治具102上に設けられており、第3治具103の側面には、粗排気を行うための第1開口部110が形成されている。本実施形態では、第3治具103の側面に2つの第1開口部110が形成されている。一方、第2治具102の側面には、主排気を行うための第2開口部120が形成されている。本実施形態では、第2開口部120の他に、窒素ガス（またはアルゴンガスもしくはヘリウムガス）を導入するための第3開口部130も第2治具102の側面に形成されている。なお、第3開口部130は、窒素ガスを導入するためだけでなく、主排気のためにも使用することができる。また、第1～3開口部110、120、130には、減圧排気を行うため又は窒素ガス導入のためのホースジョイント150が取り付けられている。

【0030】本実施形態における第1治具101、第2治具102および第3治具103のの高さH1、H2およびH3は、それぞれ、約260mm、約115mmおよび約100mmである。また、本実施形態においては、治具100と大型パイプ111との間の密閉性および治具100内の密閉性を良好にするために、ダミーパイプ111aと第1治具101との間、第1治具101と第2治具102との間、および第2治具102と第3治具103との間には、それぞれ、シール材181、182、183が挿入されており、シール材を介してそれぞれは互いに接触している。これらのシール材のうち少なくともシール材183には、半割りのものを使用している。言い換えると、シール材183は、一對の半円環状のシール材から構成されている。シール材183が半割り構造を有しているため、第2治具102上に第3治具103を一度設けた後であっても、第2治具102と第3治具103との接触状態を解除すれば、第2治具1

02と第3治具103との間にシール材183を容易に挿入することができる。さらに、本実施形態では、第3治具103の上部にも、半割り構造のシール材184を設けている。第3治具103の上部のシール材184および第2治具102と第3治具103との間のシール材183は、シェルクランプ180によって固定されている。

【0031】大型パイプ111および一次母材112の下方には、ヒータを備えた加熱炉（不図示）が設けられている。このような加熱炉としては、例えば、カーボン抵抗加熱炉や高周波誘導加熱炉を用いることができる。大型パイプ111の内部を減圧した状態で、大型パイプ111および一次母材112をそれぞれ所望の送り速度で加熱炉まで移動させると、ヒータの加熱によって、大型パイプ111と一次母材112との一体化が順次実行され、光ファイバ母材が得られる。得られた光ファイバ母材は、公知の延伸工程や線引き工程などを経て光ファイバ心線に加工される。

【0032】本実施形態の製造装置では、水冷可能な第1治具101によって、熱量の多い加熱炉の熱からハンドリング治具100およびシール材181を保護することができるので、大型パイプ111内の気密性を保持できる。加えて、ハンドリング治具100における第1開口部110からの粗排気と第2開口部120からの主排気とによる差動排気を実行することができるので、大型パイプ111と一次母材112との間隙の圧力を微調整することが容易となる。その結果、大型パイプ111と一次母材112との間隙を適切な減圧状態にすることができる。大型パイプ111と一次母材112との間隙を適切な減圧状態にする必要がある理由を以下に説明する。

【0033】ロッドインチューブ法においては、上述したように、大型パイプ111と一次母材112との間隙を減圧しなければならないが、減圧度が低い場合には、大型パイプ111の内周面に吸着した残留ガスの影響によって、製造される光ファイバ母材の内部に気泡が発生してしまう。気泡の発生は、損失不良や接続不良を引き起こすため、気泡が発生した部分は廃棄せざるを得ない。一方、減圧度を高くすれば、気泡の発生は防止することができるが、大型パイプ111が急激に縮径しようとするところから、その縮径部分の曲率が大となり、偏肉量の増加を招き、その結果、大型パイプ111と一次母材112とを一体化した際に、コアが偏心するという不都合が生じる。このようなコアの偏心は、本実施形態で使用した大型のガラスパイプ（大型パイプ111）の場合、特に大きくなりやすい。どの程度の減圧度にするかは、使用する大型パイプ111や一次母材112の寸法等の製造条件に応じて、適切な値を適宜決定すればよい。下記表1に、本願発明者の実験によって得られたパイプ減圧度（kPa）と、母材内部の泡（個／母材10

0 mm) および光ファイバのモードフィールド偏心率
(μm) との関係を製造条件とともに示す。

【0034】

【表1】

	記号	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k
パイプ外径	D0	87.0	48.0	87.0	87.0	87.0	87.0	87.0	170.0	170.0	166.0	170.0
パイプ内径	d0	23.0	24.0	23.0	23.0	23.0	23.0	23.0	55.0	55.0	68.0	55.0
ロッド径	d	19.0	13.0	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	45.0	45.0	41.6	45.0
パイプ内径/外径比	d0/D0	0.34	0.50	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.32	0.32	0.40	0.32
パイプ減圧度(kPa)		100.0	13.3	13.3	53.3	26.6	6.7	3.3	100.0	40.0	13.3	3.3
延伸炉のヒータ温度(°C)		2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250
母材内部の泡(個/母材100mm)		0	0	0	0	0	2	124	0	1	1	12
光ファイバのモードフィールド偏心率(μm)		1.41	0.20	0.19	0.22	0.20	0.18	0.19	2.22	0.33	0.28	0.29

【0035】表1中において、サンプルa～kのそれぞれのD0、d0は、延伸前の大型パイプ111の外径および内径(mm)であり、dは、延伸前の一次母材(ガラスロッド)112の径(mm)である。また、ここで「減圧度」とは、大気圧を基準にして減圧された圧力の程度を意味している。なお、サンプルa～gは、比較的小さい大型パイプ111を用いた場合の例であり、サンプルh～kは、比較的大きい大型パイプ111を用いた場合の例である。

【0036】サンプルaおよびhからわかるように、減圧度が高い場合(100.0 kPa)には、泡の発生は抑制できるが、偏心率は大きくなってしまふ。一方、サンプルgおよびkからわかるように、減圧度が低い場合(3.3 kPa)には、偏心率は抑制できるが、泡の発生が多くなってしまふ。したがって、光ファイバ母材を製造する際には、適切な減圧度を決定して、そのような減圧状態を維持する必要がある。

【0037】本実施形態の製造装置では、冷却可能なハンドリング治具100を有しているため、外径D1が180 mmまたはそれ以上のような超大型の大型パイプ111を用いた場合でも、加熱炉からの熱の影響を緩和することができ、その結果、大型パイプ111内の気密性を良好に保持することができる。また、本実施形態の製造装置は、差動排気可能な構造を有しているため、大型パイプ111と一次母材112との間隙の圧力を容易に微調整することができる。つまり、粗排気と主排気とを適切に調節することによって、必要以上に高くも低くもない減圧度することが容易である。

【0038】本実施形態では、粗排気および主排気に使用するための真空ポンプとして、500リットル/分以上の排気能力、好ましくは1000リットル/分程度の排気能力を有するポンプを使用している。なお、第3開

口部130から窒素ガスを導入できるようにしているが、これは、気泡の発生をできるだけ抑制するために、一体化する前の大型パイプ111と一次母材112との間隙にある空気を窒素置換できるような構成にしたものである。窒素置換した後に、大型パイプ111と一次母材112との一体化が実行され、一体化の際には、第3開口部130からは主排気を実行するようにしている。本実施形態の製造装置では、真空ポンプ(不図示)は、ホースジョイント150を介して第1～3開口部110、120、130に接続されることになる。

【0039】本実施形態では、大型パイプ111および一次母材112のそれぞれの送り速度を調節して、コア・クラッド比(C/C)が3.6以上(典型的には、約4)である光ファイバ母材を製造している。これは、ロッドインチューブ法を用いる場合において、コア・クラッド比(C/C)が3.6未満であると、大型パイプ111と一次母材112との間の界面に残っている不純物(例えばOH)による吸収損失によって、ファイバの損失が著しく大きくなることが経験的に知られているからである。

【0040】また、本願発明者は、外径180 mmの大型パイプ111を用いる場合、大型パイプ111と一次母材112との間隙(クリアランス)を2 mm程度にすると、ファイバ偏心率(μm)を少なくできることを実験により見出した。その結果を図4に示す。

【0041】図4は、クリアランス(mm)とファイバ偏心率(光ファイバのモードフィールド偏心率; μm)との関係を表しており、サンプル#1～#15のうち、#15がクリアランスが2 mmの例を示している。図4からわかるように、クリアランスが小さいほどファイバ偏心率は減少する傾向にあり、クリアランスが2 mmのときには、ファイバ偏心率は約0.1 μm となった。なお、一

次母材112の芯出しが良好になるように、ダミーパイプ111aの長さを調整したり、第1治具101や把持部200を調整したりすることが望ましい。また、クリアランスは2mm以下にしてもよい。

【0042】次に、図3および図5を参照しながら、上述した製造装置による光ファイバ母材の製造方法を説明する。図5は、本実施形態の光ファイバ母材の製造方法を説明するためのフローチャートである。

【0043】まず、ダミーパイプ111a付の大型パイプ111と、一次母材112とを用意する（工程S1）。本実施形態で使用する大型パイプ111は、外径180mmの超大型のガラスパイプである。当該ダミーパイプ111a付の大型パイプ111は購入することが可能である。なお、ダミーパイプ111aの部分は、再利用可能であり、5回程度再び使用することができる。また、一次母材112は公知の技術によって製造することが可能である。一次母材112として、ダミーロッドが同心連結されたダミーロッド付の一次母材を用意してもよい。

【0044】次に、大型パイプ111の長手方向を垂直に位置づける（工程S2）。例えば、大型パイプ搬送装置にて大型パイプ111を横から縦に起こせばよい。図3中の大型パイプ111の周辺には、大型パイプ搬送装置のカゴ350が示してある。

【0045】次に、大型パイプ111のダミーパイプ111a上に治具100を取り付ける（工程S3）。治具100の取り付けは、以下のようにして実行すればよい。

【0046】まず、第1治具101の取り付けを行う。最初に、第1治具101の下部端面100cをダミーパイプ111aの上端111cに接触するように配置し、次いで、第1治具101の保持部190でダミーパイプ111aの被保持部111dに係合させる。第1治具101の保持部190の先端部分は、ダミーパイプ111aの被保持部111dのテーパ部に良好に引っかかるように構成されているので、第1治具101は、確実にダミーパイプ111a付きの大型パイプ111に固定されることになる。なお、第1治具101の下部端面100cとダミーパイプ111aの上端111cとの間には、シール材181を配置しておくことが好ましい。

【0047】次に、大型パイプ111をカゴ350ごと電気炉（不図示）の上部へ移動し、電気炉のタワーフレーム300に連結された把持部（タワーフレームの受台）200に第1治具101の被保持部101dをセットし、カゴ350を外す。これによって、把持部200で被保持部101dを把持し、第1治具101および大型パイプ111をタワーフレーム300に固定する。その後、第1治具101の上に第2治具102を設け、次いで、第2治具102の上に第3治具103を設ける。なお、この時点では、第2治具102と第3治具103

との間にシール材183は設けずに、後の工程で当該シール材183を挿入する。

【0048】次に、治具100内および大型パイプ111内に、一次母材（ガラスロッド）112を挿入する（工程S4）。一次母材112の挿入は、次のようにして実行すればよい。

【0049】まず、工程S1で用意した一次母材112の一端を、治具100の上方にあるロッド用チャック（不図示）で把持する。本実施形態では、工程S1においてダミーロッド付きの一次母材112を用意し、一次母材112のダミーロッド部分をロッド用チャックに把持して固定する。ロッド用チャックは、把持部200が連結されたタワーフレーム300とは異なるタワーフレーム（不図示）に連結されており、把持部200と独立して昇降可能のように構成されている。

【0050】次いで、ロッド用チャック（不図示）を引き下げて、第3治具103、第2治具102、第1治具101、ダミーパイプ111a、大型パイプ111のそれぞれの内部に順次挿入していく。挿入後の段階において、第3治具103と第2治具102との間には、一次母材112のダミーロッド部分が位置しているので、第3治具103と第2治具102との間を緩めて、その間に半割れのシール材183を挿入し、その後、シェルランプ180で締め、第3治具103と第2治具102とを固定する。シール材183は、その内側が一次母材112のダミーロッド部分の表面に接触はしないものの、ダミーロッド部分の表面に近づいた形状となっている。このような形状のシール材183は、差動排気時に、圧力隔壁として機能させることができる。

【0051】一次母材112を挿入する前に、第3治具103と第2治具102との間にシール材183を挿入しなかった理由を次に説明する。すなわち、一次母材112の挿入前にシール材183が存在していると、治具100内の開口部が狭くなり、一次母材112の挿入の際に、一次母材112とシール材183とが擦れ、その結果、一次母材112に傷が付き、光ファイバ母材中に気泡が発生するおそれが生じるからである。本実施形態のように、一次母材112を挿入した後にシール材183を挿入すれば、シール材183が仮にダミーロッド部分に接触したとしても、一次母材112の部分に傷が付くことはない。なお、本実施形態では、第3治具103の上部にも、シール材183と同様の形状のシール材184が設けられており、このシール材184によって、差動排気時に、治具100の上部開口部100aから空気がゴミまたは水分ができるだけ入らないようにすることができる。

【0052】次に、一次母材112の挿入が完了したら、大型パイプ111内の減圧を実行する（工程S5）。本実施形態では、この減圧工程において差動排気を実行することによって、大型パイプ111と一次母材

112との間隙の減圧度を適切な値に制御している。なお、減圧工程の実行前において、第2治具102の第3開口部130から、パージガスとして窒素ガスを導入し、それによって、大型パイプ111と一次母材112との間隙に存在する空気を窒素ガスで置換することが好ましい。すなわち、外径180mmの非常に大きい大型パイプ111を使用する場合、大型パイプ111と一次母材112とのクリアランスが2mm程度でも、その間隙の容量は大きく、気泡の発生を防止するためには、大型パイプ111と一次母材112との間隙に存在する空気を窒素ガスで置換することが好ましい。なお、窒素ガスに代えて、アルゴンガス等の他のガスを用いてもよい。

【0053】窒素ガス置換の後、第3開口部130からの窒素ガスの導入を停止し、次いで、第3治具103の第1開口部110からの粗排気と、第2治具102の第2開口部120および第3開口部130からの主排気とによって差動排気を実行する。仮に、主排気だけの一段排気を実行した場合、治具100の上部開口部100aから空気やゴミまたは水分が入るおそれがある。主排気とともに粗排気を行うことによって、大型パイプ111の内部に空気やゴミまたは水分が入ることを防止することができ、そして、上部が密閉された状態と同様に容易に圧力の微調整を行うことができる。本実施形態では、治具100内にシール材183および184を設けているので、より好適に減圧工程を実行することができる。適切な減圧度は製造条件に依存するので、条件に応じて適時設定すればよい。なお、この差動排気の際に窒素ガスの導入を停止する理由は、窒素ガスを導入しながら、大型パイプ111と一次母材112との一体化を実行すると、気泡が発生しやすくなるためである。それゆえ、工程S5においては、窒素ガスの導入を停止して、第3開口部130は、主排気するための開口部として機能させている。

【0054】次に、第1治具101の空洞部105に水を導入することによって、第1治具101を冷却する（工程S6）。その後、第1治具101を冷却しつつ、工程S5によって適切な減圧度にした状態で、大型パイプ111および一次母材112の一体化を実行する（工程S7）。大型パイプ111および一次母材112の一体化は、大型パイプ111および一次母材112を下方に移動して、電気炉内に入れることによって行う。本実施形態では、工程S6を実行しながら、一体化を行っているため、熱量の多い加熱炉の熱の影響を緩和して、ハンドリング治具100およびシール材181を保護することができる。その結果、気密性が良好な状態で、一体化を行うことができるため、良品の光ファイバ母材を得ることができる。また、治具100と大型パイプ111との軸ずれもないため、偏心の少ない光ファイバ母材を得ることができる。なお、光ファイバ母材を最終製品と

せずに、工程S7の後、得られた光ファイバ母材に対して公知の線引き工程などを実行して、光ファイバ心線にまで加工してもよい。

【0055】

【発明の効果】本発明によれば、ハンドリング治具を強制冷却をすることができるので、加熱炉の熱による影響を緩和することができる。したがって、大型パイプ内の気密性を良好に保持することができる。その結果、気泡が少なく、コア偏心量も少ない光ファイバ母材を良好に製造することができる。特に、外径が180mmまたはそれ以上の大型パイプを用いるロッドインチューブ法に好適に適用することができる。また、ハンドリング治具における第1開口部からの粗排気と第2開口部からの主排気とによる差動排気を実行する場合には、大型パイプと一次母材との間隙の圧力を微調整することが容易となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】ロッドインチューブ法を説明するための図である。

【図2】従来の光ファイバ母材の製造装置を示す断面図である。

【図3】本発明による実施形態にかかる光ファイバ母材の製造装置を模式的に示す断面図である。

【図4】クリアランスとファイバ偏心との関係を示すグラフである。

【図5】本実施形態にかかる光ファイバ母材の製造方法を説明するためのフローチャートである。

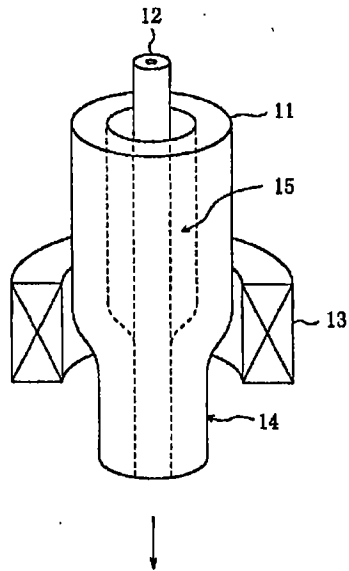
【符号の説明】

- 11 クラッドパイプ
- 12 ガラスロッド
- 13 ヒータ
- 14 光ファイバ母材（プリフォーム）
- 15 クラッドパイプの内部
- 16 抜気部
- 17 蓋体
- 100 治具
- 101 第1治具
- 102 第2治具
- 103 第3治具
- 105 空洞部
- 110 第1開口部
- 120 第2開口部
- 130 第3開口部
- 111 大型パイプ
- 111a ダミーパイプ
- 112 一次母材
- 150、160 ホースジョイント
- 180 シェルクランプ
- 181、182、183、184 シール材
- 190 保持部

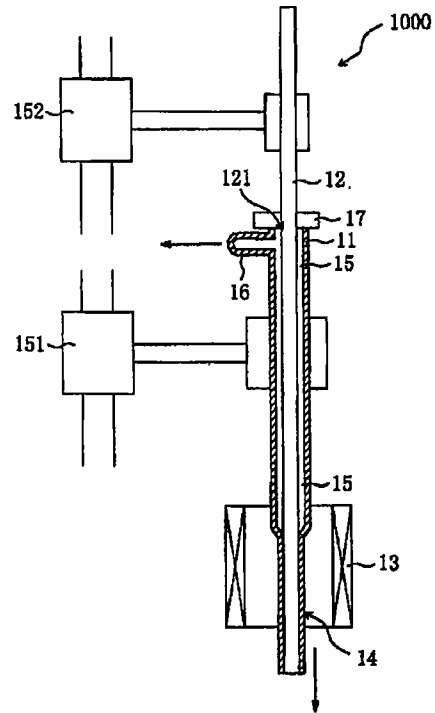
200 把持部

300 タワーホルダー

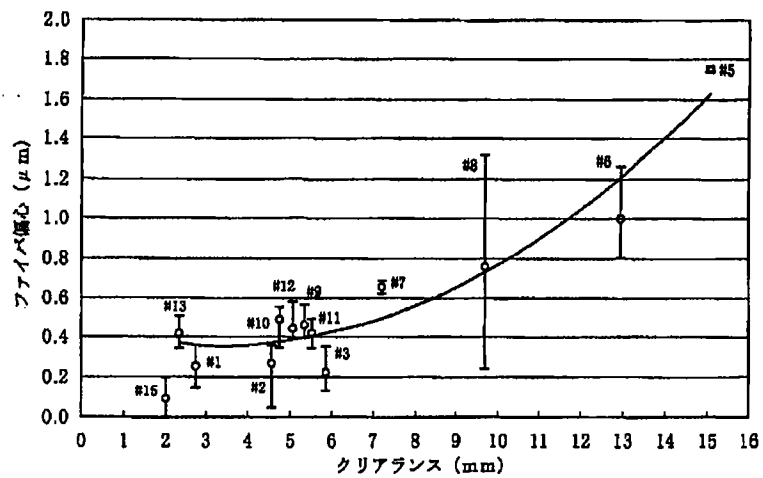
【図1】



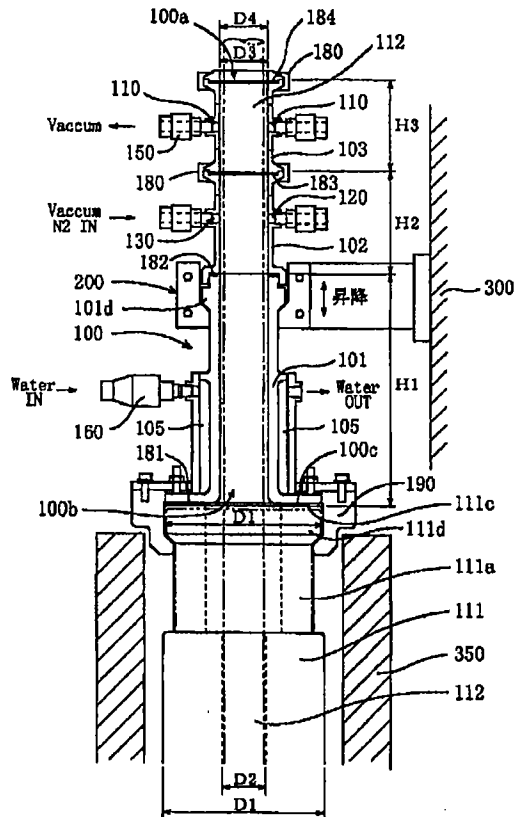
【図2】



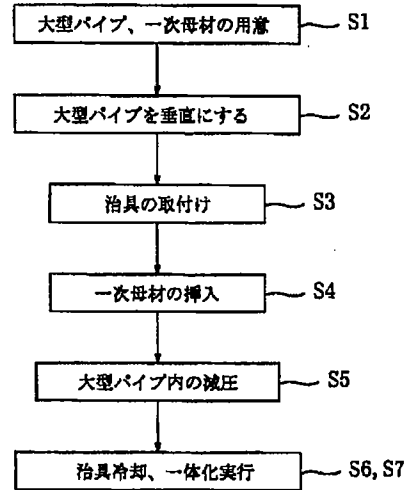
【図4】



【図3】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 長江 伸定

兵庫県伊丹市池尻4丁目3番地 三菱電線
工業株式会社伊丹製作所内

Fターム(参考) 4G021 BA01